

# DETECTOR EMPLOYING PIEZOELECTRIC OSCILLATOR

Publication number: JP9145378

Publication date: 1997-06-06

Inventor: ONISHI KAZUMASA

Applicant: ALPS ELECTRIC CO LTD

Classification:

- international: **G01P9/04; G01C19/56; G01P9/04; G01C19/56; (IPC1-7): G01C19/56; G01P9/04**

- european:

Application number: JP19950301329 19951120

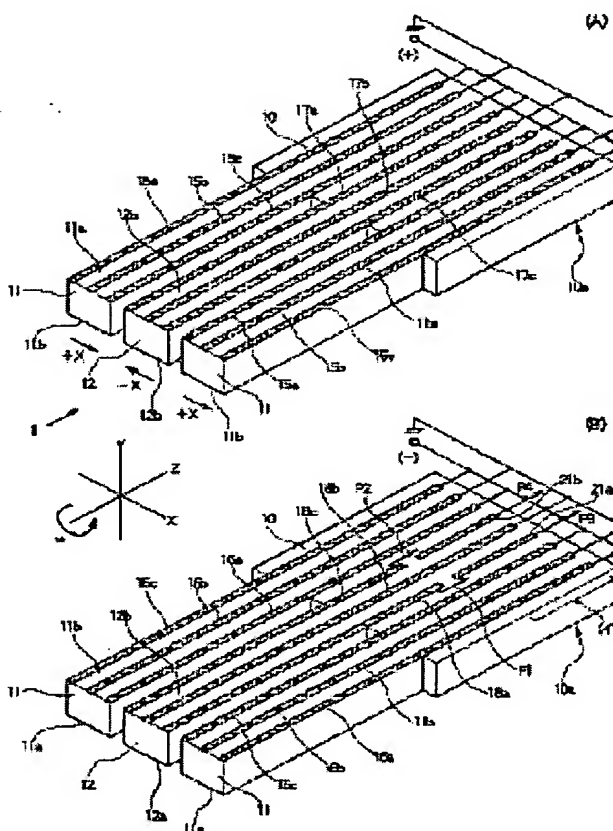
Priority number(s): JP19950301329 19951120

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP9145378

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate leakage output of piezoelectric material by providing a leak detection electrode.

**SOLUTION:** A piezoelectric resilient plate 10 is provided with three oscillators 11, 11 and 12. When an AC driving voltage is applied to drive electrodes 17a, 17c and other drive electrode, oscillators 11, 11 on the opposite sides and the central oscillator 12 oscillate with phases shifted by 180 deg. in the X direction. Each oscillator oscillates in Y direction with Coriolis and the detection voltage of Coriolis force and the oscillation component in X direction, i.e., null voltage, are detected from detection electrodes 18a, 18c while a leak voltage is detected from the drive electrodes 17a, 17c. Detection electrodes 21a, 21b are formed in unoscillating region and a leak voltage obtained therefrom is subtracted from the detection output from detection electrodes 18a, 18c thus removing the leak voltage.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-145378

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

識別記号

庁内整理番号

9402-2F

F I

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-301329

(22) 出願日 平成7年(1995)11月20日

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 大西 一正

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

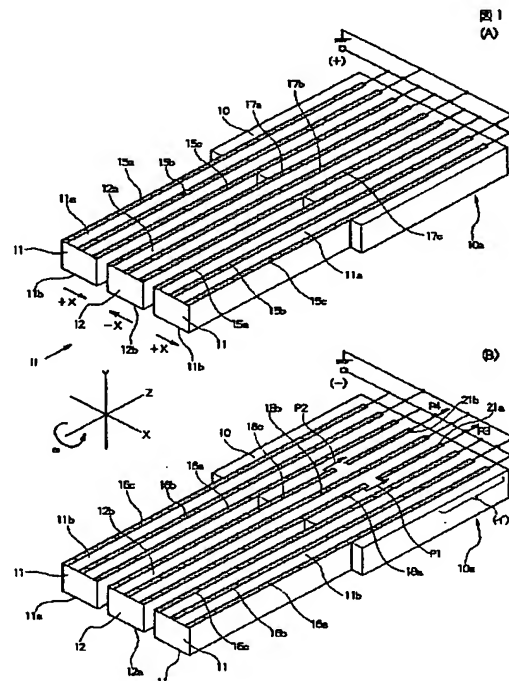
(74) 代理人 弁理士 野▲崎▼ 照夫

(54) 【発明の名称】 圧電振動子を用いた検出装置

(57) 【要約】

【課題】 圧電振動子に駆動電圧を与えて振動させ、コリオリ力などによる振動成分を検出するとき、検出電圧に駆動電圧の洩れ電圧が重畳される。

【解決手段】 圧電材料により形成された弾性板10には3個の振動子11、11と12が設けられている。駆動電極17aと17cおよび他の駆動電極に交流駆動電圧が与えられると、両側の振動子11、11と、中央の振動子12とが、X方向へ180°相違する位相で振動する。回転系内に置かれると、各振動子はコリオリ力によるY方向へ振動し、検出電極18aと18cから、コリオリ力の検出電圧と、X方向への振動成分であるヌル電圧と、駆動電極17a、17cからの洩れ電圧とが検出される。振動しない(イ)の領域に洩れ検出電極21a、21bを形成し、この洩れ検出電極21aと21bから得られる洩れ電圧を、前記検出電極18aと18cからの検出出力から減算し、これにより、洩れ電圧を除去している。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 少なくとも一部が圧電材料で構成された振動子と、振動子の駆動電極に交流駆動信号を与えて前記振動子を圧電効果により駆動する駆動部と、前記振動子の振動による歪みを検出する検出電極とを有する圧電振動子を用いた検出装置において、前記振動子を構成しているのと同じ材料で且つ振動しない部分に設けられた圧電材料と、この圧電材料に前記振動子と同じ駆動信号を与える電極と、この圧電材料からの駆動信号の洩れ信号を検出する洩れ検出電極と、前記洩れ検出電極から得られる洩れ出力に基づいて、前記検出電極から得られる検出出力から前記洩れ出力成分を電気的に除去する回路が設けられていることを特徴とする圧電振動子を用いた検出装置。

【請求項 2】 少なくとも一部が圧電材料で形成された弾性板の一部に前記振動子が形成されており、この弾性板のうち前記振動子の振動の影響を受けない部分の圧電材料に、洩れ検出電極が設けられている請求項 1 記載の圧電振動子を用いた検出装置。

【請求項 3】 駆動電極は、振動子の部分と、洩れ検出電極に対向する部分とに、共通に形成されている請求項 2 記載の圧電振動子を用いた検出装置。

【請求項 4】 複数の振動子が、弾性板に分岐形成されており、交流駆動信号により駆動される振動子がコリオリ力を受けてさらに振動したときに、このコリオリ力の振動成分が前記検出電極から検出される請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の圧電振動子を用いた検出装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、振動型ジャイロスコープなどに用いられる圧電振動子を用いた検出装置に係り、特に、圧電材料からの駆動信号の洩れ出力による影響を防止できるようにした圧電振動子を用いた検出装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】図 13 は、圧電振動子を用いた検出装置の一例として振動型ジャイロスコープを示す斜視図である。図 13 に示す振動型ジャイロスコープは、恒弾性金属（例えばエリンパ）により形成された振動子 1 の表裏面に、それぞれ圧電材料 2、3、4、5 が固着されている。各圧電材料の誘電分極方向は矢印で示され、圧電材料 2 および 4 では互いに向き合う方向であり、圧電材料 3 と 5 は互いに同じ向きであり且つ圧電材料 2 と異なる向きである。各圧電材料の上面には、振動子 1 を X 方向へ振動させるための駆動電極 2a、3a および、コリオリ力による Y 方向の振動成分を検出する検出電極 4a、5a が設けられている。

【0003】駆動時では、振動子 1 がグランド電位とされ前記駆動電極 2a および 3a に同位相の交流駆動電圧が印加される。ある時点で、駆動電極 2a に正の電圧が

印加されると、圧電材料 2 は「伸び」となり、負の電圧が印加されると「縮み」となる。圧電材料 3 では、前記圧電材料 2 と誘電分極方向が反対なので、駆動電極に正の電圧が印加されると「縮み」となり、負の電圧が印加されると「伸び」となる。したがって、駆動電極 2a と 3a に同相の電圧が与えられると、振動子 1 は X 方向へ曲げ振動する。

【0004】X 軸方向への曲げ振動を与えられている振動子 1 が Z 軸回りの回転系内に置かれると、振動子 1 に対し、X 方向への速度に比例した大きさの Y 方向へのコリオリ力が作用し、振動子 1 が Y 方向への振動成分を持つようになる。この振動成分による Y 軸方向への変形が、振動子 1 の裏面に設けられた圧電材料 4 と 5 によって検出される。振動子 1 の Y 方向への振動により、圧電材料 4 と 5 が共に「伸び」と「縮み」を繰返すため、検出電極 4a と 5a からは、所定の周波数の検出電圧が得られる。また両検出電極 4a と 5a から得られるコリオリ力の検出成分は同じ位相である。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】上記振動型ジャイロスコープでは、振動子 1 がコリオリ力により Y 方向への振動を生じたときに、圧電材料 4 と 5 に歪みが生じ、これが検出電極 4a、5a により検出されるものとなっている。しかし、振動子 1 は圧電材料 2 と 3 に与えられている交流駆動電圧により常に X 方向へ曲げ振動させられている。したがって、前記圧電材料 4 と 5 には、コリオリ力による歪みと、X 方向への駆動振動による歪みとが合成されたものとなり、検出電極 4a と 5a からはコリオリ力による振動成分を検出した電圧のみならず、X 方向への振動成分により発生する無効電圧（ヌル電圧）をも検出されることになる。

【0006】しかし、図 13 では、X 方向への振動成分となる前記ヌル電圧は、検出電極 4a と 5a とで逆の位相（180 度相違する位相）となる。コリオリ力による検出成分は検出電極 4a と 5a とで互いに同じ位相であるため、コリオリ力による検出出力を得るために、検出電極 4a と 5a からの検出出力は加算される。そして、この加算により、各検出電極 4a と 5a とで位相の相違するヌル電圧は減少させられる。したがって、検出電極 4a と 5a の検出出力の増幅利得を調節することにより、両検出電極 4a と 5a のそれぞれから得られるヌル電圧を、互いにほぼ完全に打ち消すことが可能である。

【0007】しかし、実際の装置において、ある温度条件の基で検出電極 4a と 5a からの検出出力の増幅利得を調節して、検出電極 4a と 5a からそれぞれ得られた逆位相のヌル電圧をほぼ完全に相殺できるようにしたときに、環境温度が変わると、相殺したはずのヌル電圧に近似したノイズが発生する現象が確認された。その原因を調べたところ、圧電材料の洩れ電圧、すなわち交流駆動電圧のうち検出電極 4a、5a に洩れてくる振動成分

と関係のない洩れ電圧が、ヌル電圧に重畳していることが解った。この洩れ電圧とヌル電圧は温度特性が相違しているために、ある温度条件で洩れ電圧とヌル電圧が重畳された出力を相殺できるようにしても、他の温度環境で使用すると、いずれかの電圧が相殺されずに残ってしまいこれがノイズ成分となる。

【0008】図14は、上記各電圧の波形を示したものである。①は駆動電極2aと3aに与えられる交流駆動電圧であり、この交流駆動電圧が検出電極4aと5aに洩れた洩れ電圧が②である。①と②は同じ位相である。振動子がX方向へ振動する成分として検出電極4aまたは5aから検出される無効電圧（ヌル電圧）が③であり、このヌル電圧はコリオリ力の検出出力と同じ位相であり、交流駆動電圧①とは位相が90°遅れている。

【0009】そしてヌル電圧③と洩れ電圧②とが加算されたノイズ成分が④である。前記のようにある温度条件において、検出電極4aからの出力と、検出電極5aからの出力の増幅利得を調整し、加算によりノイズ成分④を除去できるようにした場合、洩れ電圧②とヌル電圧③はそれぞれ異なる温度特性を有しているため、調整時の温度と使用環境温度条件が相違してくると、検出電極4aと検出電極5aとの間で、ノイズ成分を相殺できなくなる。また、振動型ジャイロスコープ以外の圧電振動子を用いた装置においても、図14に示す洩れ電圧②は検出精度に影響を与えるものとなる。

【0010】本発明は上記従来の課題を解決するものであり、図14に示す洩れ電圧を簡単な手段で除去できるようにして高精度な検出を可能とした圧電振動子を用いた検出装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも一部が圧電材料で構成された振動子と、振動子の駆動電極に交流駆動信号を与えて前記振動子を圧電効果により駆動する駆動部と、前記振動子の振動による歪みを検出する検出電極とを有する圧電振動子を用いた検出装置において、前記振動子を構成しているのと同じ材料で且つ振動しない部分に設けられた圧電材料と、この圧電材料に前記振動子と同じ駆動信号を与える電極と、この圧電材料からの駆動信号の洩れ信号を検出する洩れ検出電極と、前記洩れ検出電極から得られる洩れ出力に基づいて、前記検出電極から得られる検出出力から前記洩れ出力成分を電氣的に除去する回路が設けられていることを特徴とするものである。

【0012】また、本発明は、少なくとも一部が圧電材料で形成された弾性板の一部に前記振動子が形成されており、この弾性板のうち前記振動子の振動の影響を受けない部分の圧電材料に、洩れ検出電極が設けられているものとすることができる。

【0013】さらに、駆動電極は、振動子の部分と、洩れ検出電極に対向する部分とに、共通に形成することが

可能である。

【0014】また、本発明は、複数の振動子が、弾性板に分岐形成されており、交流駆動信号により駆動される振動子がコリオリ力を受けてさらに振動したときに、このコリオリ力の振動成分が前記検出電極から検出される振動型ジャイロスコープとして構成することができる。

【0015】圧電材料に形成された駆動電極に交流駆動信号を与えて振動子を駆動し、さらにこの振動子の振動の検出、例えばコリオリ力の検出が行われる場合に、検出電極に、本来検出しようとする出力の他に、前記駆動信号が検出電極に洩れてくる振動とは無関係な洩れ出力が重畳される。本発明では、振動子の振動の影響を受けない部分（振動していない部分）に振動子を構成すると同じ圧電材料が設置され、この圧電材料に前記と同じ交流駆動信号が与えられるとともに、この圧電材料に洩れ検出電極が設けられる。

【0016】上記洩れ検出電極からは、使用している圧電材料および与えられる交流駆動信号に応じた洩れ出力（交流駆動信号と同じ位相の洩れ出力）が得られる。振動子に設けられた検出電極からの検出出力に対し、前記洩れ検出電極から得られる洩れ出力の成分を電氣的に除去することにより、検出電極からの検出出力から洩れ出力の成分を除去できるものとなる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明について図面を参照して説明する。図1ないし図3は本発明の第1の構成例として三脚音叉型の振動型ジャイロスコープを示すものであり、図1(A)は各振動子を表面側から見た斜視図、図1(B)は同図(A)を上下逆の向きにして示した斜視図、図2は各振動子の端面を図1(A)の11矢視方向から見た端面図、図3は、検出装置の回路ブロック図である。図1に示す振動型ジャイロスコープは、全体が圧電セラミックなどの圧電材料で形成された弾性板10の先部に、互いに平行に分離された3個の振動子が形成されている。この振動型ジャイロスコープでは、両側の振動子が同じ位相で振動するため、この両側の振動子と同じ符号11で示している。また中央の振動子は両側の振動子と異なる位相で振動するため、両側の振動子11と異なる符号12で示している。

【0018】左右両側の振動子11、11の表面11a、11aには、それぞれ電極15a、15b、15cが、裏面11b、11bには、電極16a、16b、16cが形成されている。中央の振動子12では、表面12aに電極17a、17b、17cが形成され、裏面12bに、電極18a、18b、18cが形成されている。図1(A)に示すように、各振動子11と12の表面11aと12aに形成された電極15a、15b、15cおよび17a、17b、17cは、各振動子11と12の軸方向全長に渡って形成されているとともに、さらに弾性板10の基部10aの終端まで連続して延びて

いる。図1(B)に示すように、各振動子11の裏面11bに形成された電極16a、16b、16cは、前記電極17aなどと同様に弾性板10の基部10aの終端まで連続して延びている。中央の振動子12の裏面では中央の電極18bが、弾性板10の基部10aの終端まで全長に延びているが、その両側に位置する電極18aと18cは、弾性板10の基部10aの途中まで形成されている。そして弾性板10の基部10aの最も基端側の(イ)の部分では、前記電極18aと18cの延長線上に位置する短電極21aと21bが形成されている。

【0019】この三脚音叉型の振動型ジャイロスコープでは、左右の振動子11、11と、中央の振動子12とが異なる位相により振動し、弾性板10全体ではX方向の幅方向の中心に対しその左右の部分が対称の振動を生じる。したがって、振動子11、11および12の振動は、振動子が形成されていない弾性板10の基部10aにあまり影響を与えず、基部10aはほとんど振動を生じない。とくに最も基端側の(イ)の部分は、節となって振動の影響が最も及ばない。前記短電極21aと21bは、振動の影響の最も少ない(イ)の部分に形成されている。この短電極21aと21bが、本発明の特徴の洩れ検出電極として使用される。各振動子11と12は、その厚み内に誘電分極が施されている。振動子を構成している圧電セラミックでは、各電極に所定の電圧を与えることによりその電界方向に沿って誘電分極が施される。図2において矢印で示す方向が、各電極間での誘電分極方向である。

【0020】図2の例では、上面側の電極15bと17bがグランド電位であり、下面側では、電極16bと18bがグランド電位である。上面側の電極15a、15c、17a、17cは駆動電極であり、これには(+)の交流駆動電圧が印加される。下面側では、電極16aと16cが駆動電極であり、これに(-)の交流駆動電圧が与えられる。ここで(+)の交流駆動電圧とは、 $V_0 \cdot \sin(\omega t)$ を意味し、(-)の交流駆動電圧とは、 $-V_0 \cdot \sin(\omega t)$ を意味している。すなわち(+)と(-)の交流駆動電圧は、互いに逆の位相(180°相違する位相)の交流電圧であることを意味している。

【0021】この交流駆動電圧が与えられると、圧電セラミックの圧電歪みにより、各振動子11と12がX方向(第1の方向)へ振動駆動される。ここで、左右両側の振動子11の誘電分極方向と、中央の振動子12の誘電分極方向とは、互いに対称形状であるため、各駆動電極に駆動電圧が与えられたときの歪みにより、左右両側の振動子11、11と、中央の振動子12とでは、X方向への振動の位相が180°相違し、ある時点での振動子11と11の振動の方向が+X方向のとき、中央の振動子12の振動方向は-X方向である。

【0022】この振動型ジャイロスコープがZ軸回りの回転系内に置かれると、コリオリ力により振動方向と直

交するY方向(第2の方向)への力が作用する。左右の振動子11、11と中央の振動子12は、X方向へ互いに逆の位相で振動駆動されているため、コリオリ力による振動成分は、両側の振動子11、11と中央の振動子12とで逆位相となり、例えば両側の振動子11、11のある時点でのコリオリ力による振動成分が+Y方向であるとき、中央の振動子12のコリオリ力による振動成分は-Y方向である。図2の例では、中央の振動子12の裏面12bの両縁部に形成された電極18aと18cが検出電極であり、この検出電極18aと18cからの検出力をP1とP2で示している。

【0023】中央の振動子12がコリオリ力によりY方向へ振動すると、前記検出電極18aと18cからY方向の振動成分が検出される。検出電極18aが形成されている部分と、検出電極18cが形成されている部分とで、中央の振動子12の誘電分極方向が逆である。そして検出電極18aが設けられている部分と、検出電極18cが設けられている部分とでは、Y方向への振動の際の歪み方向が同じである。よって、検出電極18aと検出電極18cとで、Y方向へ振動成分が異なる位相(180°相違する位相)の検出電圧として得られる。

【0024】また、上記検出電極18aと18cに延長する部分には、短電極21aと21bが形成されている。前述のようにこの短電極21aと21bは、弾性板10の基部10aの最も振動の影響を受けない(イ)の部分に形成されており、この短電極21aと21bが洩れ検出電極となる。この短電極21aと21bは、圧電材料を挟んで、表面12a側の駆動電極17aと17cに対向している。したがって、この短電極21a、21bには、各振動子11と12の影響を受けない、交流駆動電圧の洩れ電圧のみが検出される。この洩れ電圧とは、圧電材料に外力からの歪みを与えない状態で、駆動電極に交流駆動電圧が与えられたときに、圧電材料の静電結合などのに起因して出力される。洩れ電圧は図14で②で示したように、交流駆動電圧と同じ位相の電圧であり、図1と図3では、洩れ検出電極21aと21bからの洩れ検出電圧をP3とP4で示している。

【0025】図3に示すように、本発明の検出装置では、各短電極21aと21bからの洩れ検出電圧P3とP4を、それぞれ所定の利得で増幅し、且つその増幅利得を変変自在な可変利得増幅器31aと31bが設けられている。また、検出電極18aからの検出力P1と、前記増幅器31aの増幅出力との差をとる差動回路32a、および検出電極18cからの検出力P2と、前記増幅器31bの増幅出力の差をとる差動回路32b、さらに差動回路32aの出力と差動回路32bの出力との差を求める差動回路33が設けられている。この差動回路33からの出力が所定の利得にて増幅されるなどして出力部34に出力される。

【0026】次に、上記振動型ジャイロスコープに用い

られている圧電振動子の検出装置の調整方法および検出動作について説明する。可変利得増幅器 31a の増幅利得を  $\alpha$ 、同じく可変利得増幅器 31b の増幅利得を  $\beta$  とすると、(ロ) の部分の出力は  $(P1 - \alpha \cdot P3)$ 、

(ハ) の部分の出力は  $(P2 - \beta \cdot P4)$  である。まず、各振動子 11 と 12 を振動しないように機械的に拘束して、駆動電極 15a、15c および駆動電極 17a、17c に、 $V0 \cdot \sin(\omega t)$  の交流駆動電圧を与え、駆動電極 16a と 16c に  $-V0 \cdot \sin(\omega t)$  の交流駆動電圧を与える。あるいは中央の振動子 12 の駆動電極 17a と 17c のみに前記  $V0 \cdot \sin(\omega t)$  の駆動電圧を与えて、中央の振動子 12 のみを機械的に拘束してもよい。

【0027】振動子が振動しないように拘束されているときの、検出電極 18a と 18c からの検出出力 P1 と P2 は、駆動電極 17a と 17c に与えられる交流駆動電圧  $[V0 \cdot \sin(\omega t)]$  が、検出電極 18a と 18c に洩れ出た洩れ電圧のみである。一方、短電極 21a と 21b も圧電材料を挟んで、同じ駆動電極 17a と 17c に対向しているために、短電極 21a と 21b から洩れ電圧 P3 と P4 が出力される。振動子を機械的に拘束している状態で、図 3 において (ロ) および (ハ) の出力が 0 ボルトであれば、検出電極 18a と 18c からの検出出力 P1 と P2 である洩れ電圧が、短電極 21a と 21b からの洩れ電圧 P3 と P4 で打ち消されていることになる。よって、この調整の段階で増幅利得を  $\alpha = P1/P3$  で、 $\beta = P2/P4$  となるように調整すればよい。

【0028】次に、振動子が拘束されず、各駆動電極に交流駆動電圧が与えられて振動型ジャイロスコープが駆動されているときには、検出電極 18a と 18c の検出出力 P1 と P2 が、前述の洩れ電圧と、振動子 12 が X 方向へ振動することにより検出電極に検出される無効電圧 (ヌル電圧)、および振動子 12 が Y 方向へ振動したことにより検出されるコリオリ力の検出電圧が重畳されたものとなる。検出出力 P1 と P2 のうちの洩れ電圧成分の大きさは、前記の調整段階により発生するものすなわち振動子 12 が振動していないときに検出される洩れ電圧と同じである。また短電極 (洩れ検出電極) 21a と 21b は、振動の影響をほとんど受けないため、この短電極 21a と 21b からは調整時と同じ値の洩れ電圧のみが出力される。よって前記可変利得増幅器 31a の利得  $\alpha$  と、可変利得増幅器 31b の利得  $\beta$  の前記調整段階での設定により、(ロ) と (ハ) の部分の出力では、既に洩れ電圧は打ち消され除去されている。

【0029】よって駆動時に (ロ) の部分に現れる出力は P1 のうちのヌル電圧と、コリオリ力の検出電圧のみとなり、(ハ) の部分に現れる出力は P2 のうちのヌル電圧と、コリオリ力の検出電圧のみとなる。ここで、振動子 12 が X 方向へ振動する際の圧電効果により検出電

極から得られるヌル電圧であるが、中央の振動子 12 が X 方向へ振動するとき、検出電極 18a が設けられた部分と、検出電極 18c が設けられた部分とで、「伸び」と「縮み」が逆になるが、誘電分極の方向が、検出電極 18a が形成されている部分と、検出電極 18c が形成されている部分とで逆向きであるため、検出出力 P1 に重畳するヌル電圧と、検出出力 P2 に重畳するヌル電圧とは同じ位相である。

【0030】また、振動子 12 が Y 方向へ振動することにより検出されるコリオリ力の検出電圧は、検出出力 P1 と P2 とで逆位相である。よって、(ロ) の出力と (ハ) の出力との差が、差動回路 33 により得られると、出力部 34 では、出力 P1 と P2 とのヌル電圧が相殺され、またコリオリ力の検出電圧は絶対値が加算されたものとなる。ここで、出力 (ロ) と (ハ) の増幅利得を調整し、差動回路 33 にてヌル電圧が完全に相殺されるようにすると、出力部 34 には、コリオリ力の検出電圧のみが得られる。

【0031】図 4 と図 5 は本発明の第 2 の構成例であり、図 4 (A) は弾性板 10 を表面側から見た平面図、図 4 (B) は弾性板 10 を裏面側から見た平面図、図 5 は圧電振動子の検出装置を示す回路ブロック図である。図 4 と図 5 に示す第 2 の構成例は、図 1 から図 3 に示した第 1 の構成例の変形例であり、各電極の配置およびグラウンド電位となる電極の配置、また (+) と (-) の交流駆動電圧の供給方法が、基本的に第 1 の構成例と同じである。ただし図 4 (B) に示すように、検出電極 18a と 18c が図 1 (B) に示したのものよりも短くなっており、検出電極 18a と 18c の長さが、それぞれ洩れ検出電極として機能する短電極 21a と 21b の長さと同じである。また両検出電極 18a と 18c の中間に位置しているグラウンド電位となる電極 18b も、検出電極 18a と 18c の長さに合わせて短く形成されている。

【0032】検出電極 18a と 18c は、中央の振動子 12 の Y 方向への変形を検出するものであるが、片持ち梁状の振動子 12 が Y 方向へ振動したときに表面歪みが最も大きくなるのは (二) で示す片持ち梁の基端部である。よって、検出電極 18a と 18c を前記 (二) の部分に形成すると、その長さが短くても、Y 方向への振動成分であるコリオリ力の検出出力の絶対値は、図 1 に示したものと大差はない。しかも、検出電極 18a、18c と、短電極 21a、21b が同じ長さであるため、洩れ電圧の検出に関しては、検出電極 18a、18c と、短電極 21a、21b とでほぼ同じ絶対値を得ることができる。よって、検出装置は図 5 に示すように構成でき、図 3 において用いた増幅器 31a と 31b は不要である。

【0033】この第 2 の構成例では、各駆動電極に交流駆動電圧を与え、且つ振動子 11 と 12 (少なくとも 12) を機械的に拘束した状態で、差動回路 32a と 32



bを経た出力(口)と(ハ)では、(P1-P3)および(P2-P4)となって、それぞれ洩れ電圧が相殺されて0ボルトになるはずである。ただし、検出電極18aと18cの形成誤差または短電極21aと21bの形成誤差などにより、出力(口)と(ハ)にわずかな洩れ電圧が出力される場合がある。この場合には、短電極21aと21bの端部を少し削るなどの調節作業を行なうことにより、出力(口)と(ハ)に洩れ電圧の成分を完全に無くすることも可能である。また、図4では、通常の駆動時において、図1と同様に、検出電極18aと18cからの検出出力P1とP2で、ヌル電圧は同位相、コリオリ力の検出電圧は逆の位相になる。よって差動回路33により出力(口)と(ハ)の差をとることにより、ヌル電圧を消去でき、コリオリ力の検出電圧のみを得ることができる。

【0034】図6は第3の構成例を示しており、図6

(A)は振動子を表面から見た平面図、図6(B)は振動子を裏面から見た平面図、図7は圧電振動子の検出装置の回路ブロック図である。この第3の構成例では、図6(B)に示す各振動子11と12の裏面に設けられた電極の配置が図4(B)に示した第2の構成例と同じである。図6(B)においても、検出電極18aと18cの長さ、洩れ検出電極として機能する短電極21a、21bの長さが同じである。

【0035】ただし、図6(A)に示す各振動子11と12の表面に形成された電極の構造が、図4(A)に示されたものと相違している。図6(A)では、中央の振動子12の表面に設けられた駆動電極17aと17cが、弾性板10の基部10aにて基端方向へ完全に延びることなく途中で止まっており、この駆動電極17aと17cの延長部分に、基部10aの基端側へ延びる短電極22aと22bが設けられている。この短電極22aと22bは、表面側の洩れ検出電極として機能している前記短電極21a、21bと同じ長さであり、且つ圧電材料を挟んで、短電極21a、21bと短電極22a、22bは、互いに対向する対称位置に形成されている。

【0036】図1および図4に示したものと同様に、表側に位置している各駆動電極15a、15cおよび17a、17cに対しては(+)の位相の交流駆動電圧 $V_0 \cdot \sin(\omega t)$ が供給される。ただし、駆動電極17aと17cの延長線上に位置している前記短電極22aと22bには、駆動電極17aと17cと逆の位相の(-)の交流駆動電圧 $-V_0 \cdot \sin(\omega t)$ が与えられる。短電極22aと22bは、振動子12の振動と関係のない(イ)の部分に形成されているため、短電極22aと22bに交流駆動電圧 $-V_0 \cdot \sin(\omega t)$ が与えられたときに、これは振動子12の振動駆動に寄与せず、表面側の前記短電極21aと21bに洩れ電圧を与えるものとしてのみ機能する。

【0037】この第3の構成例では、コリオリ力の検出

のための駆動時に、検出電極18aと18cの検出出力P1とP2として、交流駆動電圧の洩れ電圧と、X方向への振動によるヌル電圧およびY方向への振動によるコリオリ力の検出電圧が得られる。一方、振動に寄与しない部分(イ)に位置する短電極21aと21bからは洩れ電圧のみが検出される。ここで、検出電極18aと18cと表裏逆の位置に対向している駆動電極17a、17cに与えられる交流駆動電圧と、短電極21a、21bに対し表裏逆側に対向している短電極22a、22bに与えられる交流駆動電圧とでは位相が $180^\circ$ 相違している。よって、検出電極18a、18cからの検出出力P1、P2に含まれる洩れ電圧成分と、短電極21a、21bからの洩れ電圧P3とP4とでは位相が $180^\circ$ 相違している。しかも、検出電極18a、18cと、短電極21a、21bとは長さが同一である。

【0038】したがって、図7に示すように、出力P1とP3の経路を結線して両出力の和をとり、また出力P2とP4の経路を結線して両出力の和をとることにより、出力(口)と(ハ)では、洩れ電圧が打ち消されて消去されたものとなる。なお、洩れ電圧を完全に消去するために、前述のように短電極21a、21bを削るなどの調整を行なってもよい。図7の検出装置では、出力(口)と(ハ)の差を求める差動回路33を設けるのみで、前記のように洩れ電圧を打ち消し、さらにヌル電圧を打ち消して、出力部34にコリオリ力の検出電圧のみを得ることができる。

【0039】図8と図9は、本発明の第4の構成例を示しており、図8は各振動子11と12の誘電分極方向を示す端面図、図9は各振動子11と12を裏面側(図8の図示下側)から見た平面図である。図8では、表面側の電極のうち15bと17bがグランド電位であり、駆動電極15a、15cおよび駆動電極17a、17cに同位相(+)の交流駆動電圧が与えられる。各振動子11と12の誘電分極方向により、前記交流駆動電圧が与えられると、左右の振動子11、11と、中央の振動子12とで、X方向へ互いに $180^\circ$ 相違する位相で振動させられる。

【0040】各振動子11と12の裏面側では、電極16bと18bがグランド電位である。また中央の振動子12の裏面12bの両側に位置している一対の電極18aと18cが検出電極であり、この検出電極18aと18cの検出出力をP1およびP2で示している。また振動子11の裏面11bに形成されている電極16a、16cは、振動子11と12を共振駆動するためのフィードバック信号を検出するためのものである。そして図9において図示左側に位置している一対のフィードバック用の電極16aと16cが、基部10aの途中で途切れており、この電極16aと16cの延長線上で且つ振動の影響のない部分(イ)に洩れ検出電極として機能する短電極23aと23bが設けられている。



【0041】図9に示す例では、洩れ検出電極として機能する短電極23aと23bが、検出電極18aと18cから離れた位置に形成されているが、検出電極18a、18cに対向する駆動電極17a、17cと、短電極23a、23bに対向する駆動電極15a、15cでは、与えられる交流駆動電圧の位相が同じである。よって検出出力P1、P2に含まれる洩れ電圧の成分の位相と、短電極23a、23bから検出される洩れ電圧P3、P4は同じ位相である。よって、図3に示したのと同じ検出装置の回路を用いることにより、検出電極18aと18cからの検出出力P1とP2から洩れ電圧を消去し、またヌル電圧を除去して、コリオリ力の検出電圧成分のみを得ることができる。

【0042】図10ない図12は本発明の第5の構成例を示しており、図10は各振動子11と12の誘電分極方向を示す端面図、図11は、図10の振動子を裏面側（図10の図示下側）から見た平面図、図12はその検出装置の回路ブロック図である。図10と図11に示すように、第5の構成例では、電極15b、16b、17b、18a、18cがグランド電位である。両側の振動子11では、駆動電極15cと16aに（+）の位相の交流駆動電圧が与えられ、駆動電極15aと16cに（-）の位相の交流駆動電圧が与えられる。したがって、両側の振動子11と12は同じ位相でX方向へ振動駆動される。

【0043】また中央の振動子12では、表面12aにおいて、左右両側の駆動電極17aと17cに、同じ（+）の位相の交流駆動電圧が与えられる。駆動電極17aが形成されている部分と、駆動電極17cが形成されている部分とで、誘電分極方向が逆であるため、振動子12はX方向へ振動駆動される。また中央の振動子12のX方向の振動の位相は、両側の振動子11、11と180°相違している。中央の振動子12の裏面側中央に形成されたのが検出電極18bであり、その検出出力をP1で示している。図6では、検出電極18bの両側で誘電分極方向が左右対称である。よって、振動子がX方向へ振動するとき、電極18b-18a間と、電極18b-18c間とで、発生する電界が左右対称となる。よって検出電極18bからの検出出力P1には、X方向への振動成分であるヌル電圧が含まれておらず、洩れ電圧とコリオリ力の成分のみが検出される。

【0044】また、前記検出電極18bの延長線上に、短電極25が形成され、これが洩れ検出電極となっている。検出電極18bと、短電極25に対しては、圧電材料を挟んで表面側に共に（+）の交流駆動電圧が与えられる駆動電極17aと17cが対向しているため、検出電極18bの検出出力P1に含まれる洩れ電圧成分と、短電極25から得られる洩れ電圧P3は同じ位相である。

【0045】したがって、図12に示すように、短電極

25からの洩れ電圧P3を増幅器32により $\alpha$ の利得で増幅し、検出出力P1と前記増幅器32の出力との差を差動回路33でとることにより、洩れ電圧とヌル電圧の含まれないY方向の振動のコリオリ力の検出電圧を得ることができる。なお、上記各構成例では、振動子の全体が圧電材料により形成されているが、図13に示したように、圧電材料と恒弾性材料などが組み合わせられた振動子であってもよい。

【0046】また、本発明は、三脚音叉型の振動型ジャイロスコープに限られず、二脚音叉型や図13に示した平板状の振動子に対しても実施可能である。さらに、各図に示したものでは、同じ圧電材料で、振動子と振動しない領域とを一体に形成し、振動子に検出電極を、振動しない領域に洩れ検出電極を形成している。ただし、振動子と同じ圧電材料を振動子と別体に設け、この別体の振動子を、振動の影響を受けない場所に設置し、この圧電材料に駆動電極と洩れ検出電極を設けてもよい。

【0047】

【発明の効果】以上のように本発明では、洩れ検出電極を設けることにより、圧電材料での洩れ出力を除去することができる。また、洩れ検出電極は、検出電極と一緒に印刷形成またはエッチング形成できるので、構造も簡単である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一例として三脚音叉型の振動型ジャイロスコープを示すものであり、（A）は振動子を表面側から見た斜視図、（B）は振動子を裏面側から見た斜視図、

【図2】図1（A）に示す3個の振動子を11方向から見た端面図、

【図3】図1と図2に示す圧電振動子の検出装置の回路ブロック図、

【図4】他の構造の圧電振動子を示すものであり、

（A）は振動子を表面側から示す平面図、（B）は振動子を裏面側から示す平面図、

【図5】図4に示す圧電振動子に用いられる検出装置の回路ブロック図、

【図6】振動型ジャイロスコープの他の構造の振動子を示すものであり、（A）は表面側から見た平面図、

（B）は裏面側から見た平面図、

【図7】図6に示した圧電振動子に用いられる検出装置の回路ブロック図、

【図8】他の構造の振動子を端面側から見た端面図、

【図9】図8に示す振動子を裏面側から見た平面図、

【図10】他の構造の振動子を端面側から見た端面図、

【図11】図10に示す振動子を裏面側から見た平面図、

【図12】図10に示す振動子に用いられる検出装置の回路ブロック図、

【図13】従来の振動型ジャイロスコープを示す斜視

図、

【図14】 洩れ電圧とヌル電圧の波形を示す波形図、

【符号の説明】

10 弾性板

11, 12 振動子

11a, 12a 表面

11b, 12b 裏面

15a, 15b, 15c, 16a, 16b, 16c, 1

7a, 17b, 17c, 18a, 18b, 18c 電極

21a, 21b, 23a, 23b, 25 洩れ検出電極  
となる短電極

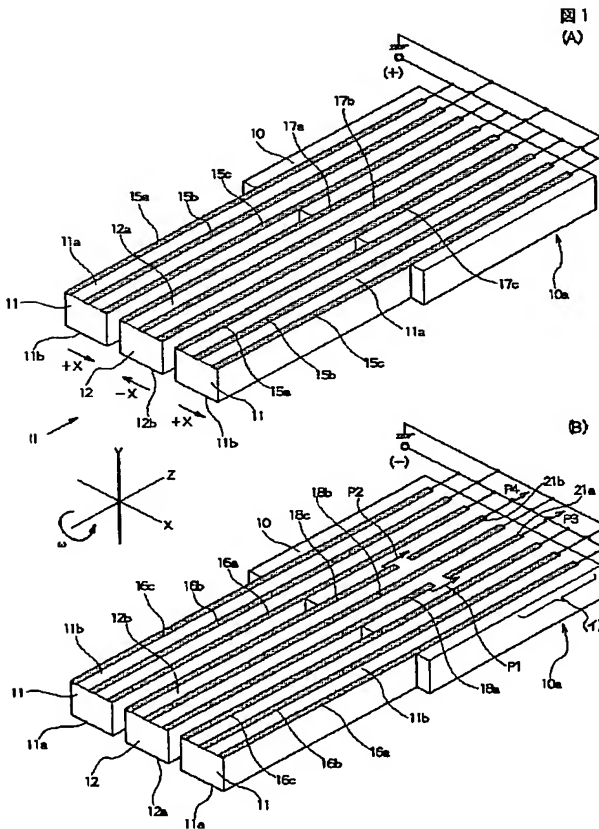
31a, 31b 可変利得増幅器

32a, 32b, 33 差動回路

P1, P2 検出電極からの出力

P3, P4 洩れ電圧

【図1】



【図3】

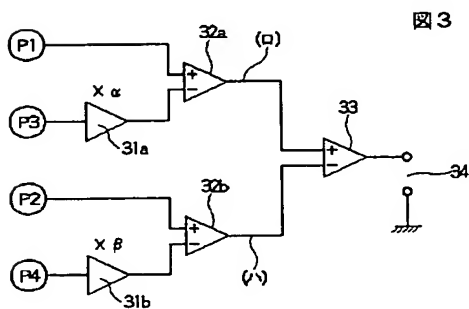


図3

【図2】

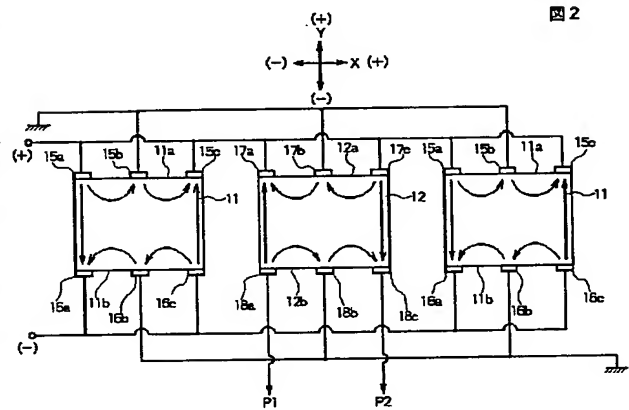


図2

【図4】

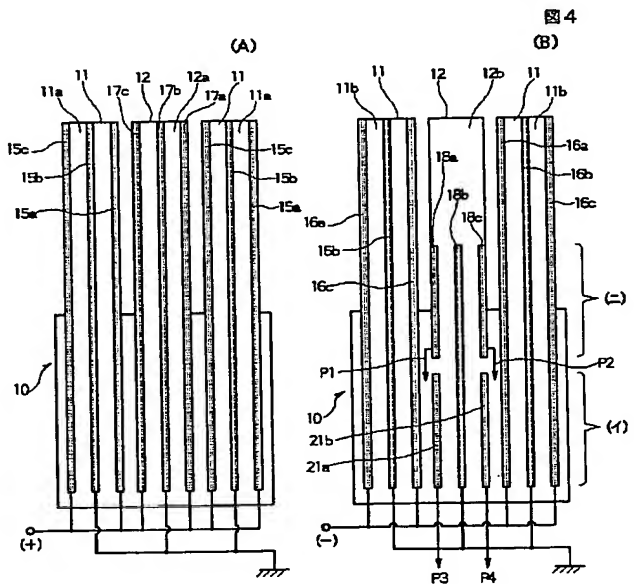
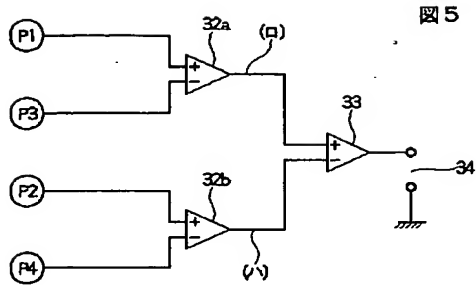
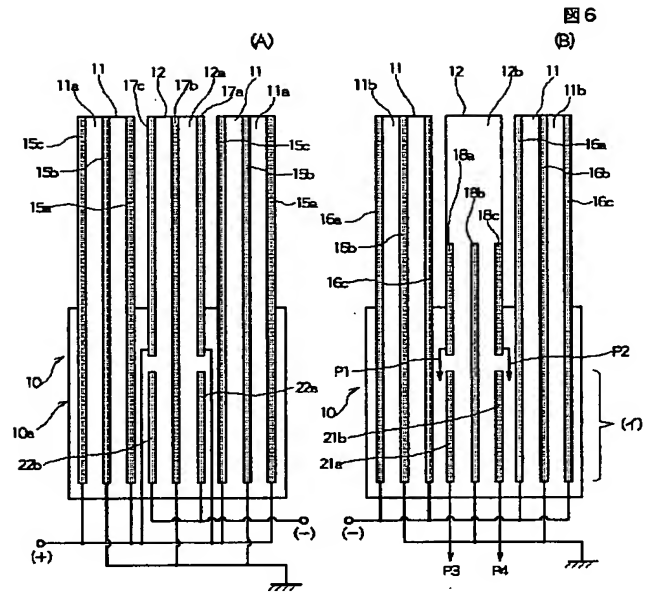


図4

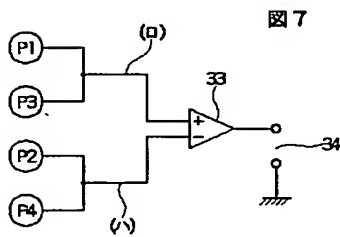
【図 5】



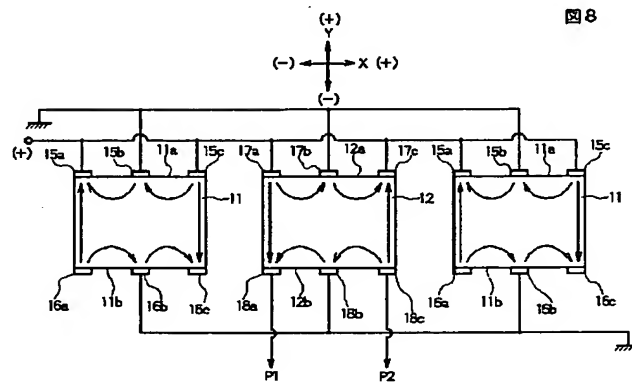
【図 6】



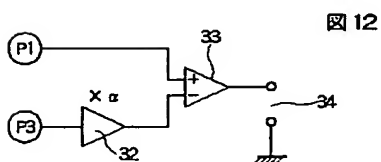
【図 7】



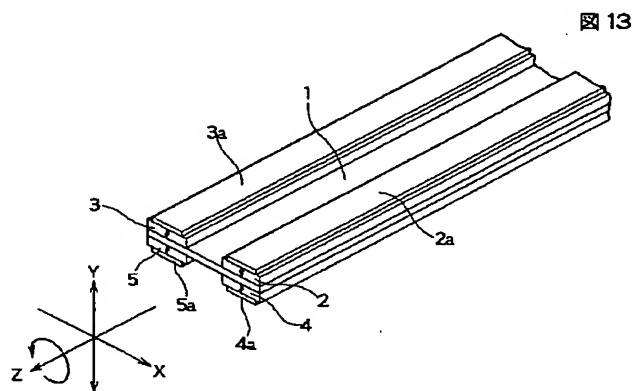
【図 8】



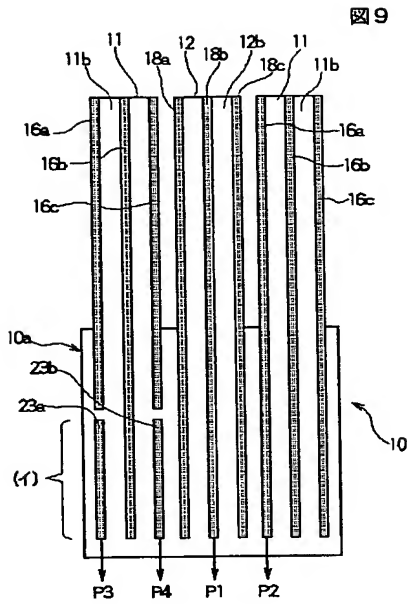
【図 12】



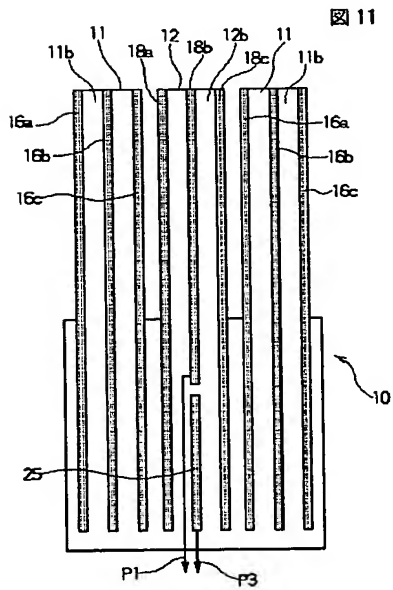
【図 13】



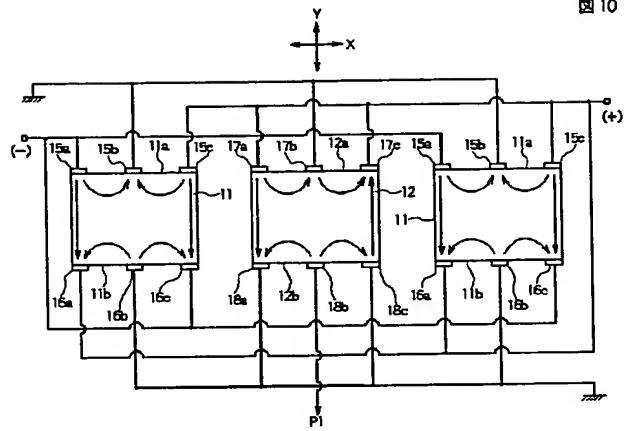
【図 9】



【図 11】



【図 10】



【図 14】

